

Araştırma makalesi
Research article

Teknogen Kirlenmenin Orman Bitkileri Üzerindeki Etkisi

Maksut Rustam KURBANOV, Vahid Sabir FARZALİYEV*

Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi, Merkez Botanik Bahçesi, Bakü, Azerbaycan

Geliş Tarihi: 18.05.2010

ÖZET

Teknogen kirlenmiş çevredeki araştırılan bitkiler, toksik kirleticilerin kimyasal etkilerinden, miktar ve kalitesinden, yer, zaman ve türüne bağlı olarak; nispeten zedelenmeyen, asimilyatif organları kısmen zedelenen, asimilyatif ve reproduktif organları zedelenen ve tam olarak tahrip olan gibi 4 farklı ekolojik gruba ayrılır. Doğal dengesi bozulmuş çevrenin düzenlenmesi projelerinin tespiti, modern metot, teknik ve ekolojik yönden gelişmiş teknolojilerin tatbiki, kirlenmiş çevrenin biyolojik restorasyon için dayanıklı bitki türlerinin tespiti ve onlardan azami olarak istifade edilmesi en akılcı yoldur.

Anahtar Kelimeler: Azerbaycan, kirlenme, çevre, bitki, meyve, tohum, röntgenoqrafiya

Influence of Technogenic Pollution on the Forestry Plants

ABSTRACT

The investigated plants from technogenic polluted environment are divided into 4 different ecological groups such as affected by toxic chemical pollutants; depending on the quantity and quality, location, time and type relatively uninjured; with the partially damaged assimilative organs; with the damaged assimilative and reproductive organs and completely destroyed. The evaluation of project on regulations on the environment with the degraded natural balance, application of modern methods, techniques and advanced ecological technology, determination of the tolerant plant species for the biological restoration and their rational use are the best ways.

Keywords: Azerbaijan, pollution, environment, plant, fruit, seed, roentgenography

GİRİŞ

Çağdaş kentleşmenin hızlı inkişafına paralel olarak sanayi kuruluşlarının sayısı ve çeşitliliği artmış, büyük sanayi kuruluşlarının muayyen arazilerde toplanması, çevrenin daha çok kirlenmesine ve birtakım ekolojik sorunların da meydana gelmesine sebep olmuştur. Bu bakımdan Azerbaycan'ın esas sanayi merkezleri sayılan Bakü ve Sumgayıt'da yerleşik çok sayıda kimya ve petrol işletmeleri ve petrol tesisleri tarafından çevreye haddinden fazla atılan kimyasal maddeler dışında nakil vasıtaları kapsamında olan içten patlamalı motorlu araçlar da 10 km. mesafeye giderken çevreye 300 gr. karbon-monoksit, 40 gr. azot-dioksit ve 20 gr. karbohidrat çıkararak atmosferi kirletmektedir. Bunu 100.000 otomobil ölçüsünde düşünür isek, 30 ton karbon-monoksit, 4 ton azot-dioksit ve 2 ton karbohidrat ölçülerine çıkar. Her bir otomobilin bir yıl boyunca çevreye ortalama 60 kg. azot-dioksit attığını kabul edersek, bir

yıl içinde 100000 vasıtalı şehre 6000 ton azot-dioksit atılmış olur (Qurbanov, 2005).

Genellikle insan faaliyeti sonucunda her yıl çevreye 53 milyon ton azot-dioksit atılmış olur ki, buda dehşet verici bir rakamdır. Atmosfer kirlendiricileri tabiat itibarıyla fiziksel, kimyasal ve biyoloji kökenli, hacimlerine göre % 90 gaz, % 10 katı madde halinde olur (Fransua, 1981; Odum, 1986).

Muhtelif kaynaklardan atmosfere atılan azot-dioksit (NO₂) güneşin ultraviyole etkisiyle azot-monoksit (NO) dönüşerek çevredeki kükürt-dioksit (SO₂) ve karbohidratlarla birlikte, fotokimyasal kirlenmeyi meydana getirmekle beraber canlıların birleştirici dokuları için tehlikeli olan peroksit-asetil-nitrat (PAN) oluşumuna sebep olurlar (Odum, 1986; Kurbanov, 2005). Bu toksin on milyonda bir katılıkla olurken, insan gözünü kaşıdırır. Bitkilerin birleştirici dokularını ise bozulmuş duruma getirir. Atmosferi kirlendiren

gazlardan biri de karbon-monoksittir (CO). Bu gaz yüksek katılıkta olurken bitkiler için büyük toksik tehlike oluşturur.

Bitkilerin hayati faaliyeti için çok önemli olan karbon-dioksitin (CO₂) atmosferdeki miktarının 2025 yılında yaklaşık olarak %0.053-0.074 oranında yükselme ihtimali vardır. Bu ise hava sıcaklığının 1.8-2.5 °C yükselmesi demektir. Başka deyişle yer küresinin hararet ve nemlilik derecesinin bozulması demektir. Bu olayın oluşumu tüm canlılar âlemi için tehlikelidir.

Çevrenin teknogen kirlendiricilerinden biri olan kükürt-dioksitin (SO₂) atmosferde milyonda bir yoğunlukta olması tüm örtülü tohumlu bitkilerde yaprak sararması gibi kroniksel bozulmalar meydana getirir. İğne yapraklılar kükürt gazına daha çok hassas olduklarından kükürt-dioksit ile kirlenmiş bölgelerde bitkilerin iğne yaprakları uçtan başlayarak esasa doğru sarı-yeşil renge dönüşür. Kükürt gazının güçlü intoksikasyonu zamanı yaprak uçlarının tahrip olması kırmızı veya portakal rengine dönüşüyle belli olur. Bu olay klorofil oluşunun ışıklılık zamanında, kükürt gazının karbon gazına galip gelmesi ile izah olunur. Çevredeki kükürt gazına karşı, bitkilerin dayanıklılığı likenler-iğne yapraklılar-tek yıllık bitkiler-yapraklarını döken ağaçlar istikametinde artar. Bunlar içinde likenler en az dayanıklı olduklarından çevrenin kükürtle kirlenmesinin tahmini için bilgi verir.

Kimya sanayi tesislerinde çevreye atılan klor ve flor en aktif toksik maddelerdir. Florun bitkilerde oluşturduğu fizyolojik bozulmalar onun atmosferdeki katılığının milyarda bir oranında başlamasına rağmen, on milyarda bir yoğunlukta olması yaprak nekrozunun meydana gelmesine sebep olur. Kauçuk sentezi yapan fabrikalar tarafından çevreye atılan kirlendiricilerin etkisinden bitkilerin türüne göre yaprak ayası % 35-100 büyür. Yaprak gözenekleri sayısı ise 5-10 kat azalır. Bu durum bitkinin inkişafını engeller.

MATERYAL VE METOD

Bakü ve Sumgayıt şehirlerindeki kuruluşlar tarafından çevreye atılan azot, karbon, kükürt

oksitleri, benzopren, hidrojen-sülfat, hidrojen-florit, karbohidratlar, fenoller, flor, klor, cıva, vs. kimyasal maddelerin, çevredeki bitkilere etkisine dair ilmi araştırmalar icra edilirken çevredeki 50 türden olan bitkilerin yıllık hayat devri arzında uğradıkları tüm farklılıkları açığa çıkarmak için onların assimilyatif ve reproduktif oranlarının muhtelif zaman kesimlerinde oluşumu, determinasyonu ve differensiyonu zamanlarında numuneler alınmış, laboratuvarlarda tahlil edilmiştir. MBC-9, Biolom R.14 mikroskopları ve REİS-I röntgen cihazının yardımı ile tahliller yapılmıştır. (Kurbanov, 1983; Kurbanov, 1984; Kurbanov, 1987).

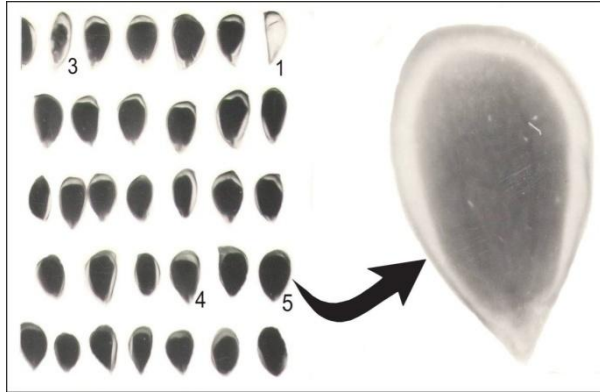
TARTIŞMA VE SONUÇ

Azerbaycan'ın esas sanayi merkezleri olan Bakü ve Sumgayıt şehirleri Hazar denizinin batı sahillerindeki Abşeron yarımadasında kurulmuşlardır. Abşeronun kuru subtropik iklimi (havanın yıllık ortalama sıcaklığı 14.3⁰ C, yağmur miktarı ortalama 177 mm, nemlilik oranı % 75) yarım sahra bitki örtüsü ve bozkahve renkli tuzlu toprağı vardır. Esasen efemer ve efemeroit sayılan 718 yabancı bitki türüne mensup olan Abşeron yarımadası doğal olarak ormansız bir bölge olduğundan oradaki bitki yetiştirilmesinde egzotik bitki türleri kullanılır. Bu bitkiler ekoloji yönünden çok önemli oldukları için muhafazası, üremesi ve daha geniş arazilerde yetiştirilmesi gerekmektedir.

Doğal olarak zor koşullarda olan Bakü ve Sumgayıt şehirlerinde ve onların çevrelerindeki alüminyum, boru yapma, petrol ve gaz çıkartıcı madenler ve emsalleri, kauçuk sentezi, organik sentez özellikli kuruluşlar, kimya kombinatı, deterjan (temizlik maddeleri) vs. gibi çok sayıda sanayi kuruluşlarının kurdurulması bu arazilerin çevresine normalden fazla toksik kimyasal maddeler atarak bölgenin ekoloji durumunu daha da güçleştirmiştir ve doğal dengesini bozmuştur. Doğal dengesi bozulmuş arazilerin bitki örtüsünün ilmi yönden araştırılması, kirlenme etkisine maruz kalmış bitkilerde patoloji olayların incelenmesi, kirlenmeye karşı dayanıklı bitkilerin tespit edilmesi,

üretilmesi ve çevrenin düzenlenmesinde kullanılması gibi problemi bu günün en aktüel konusudur.

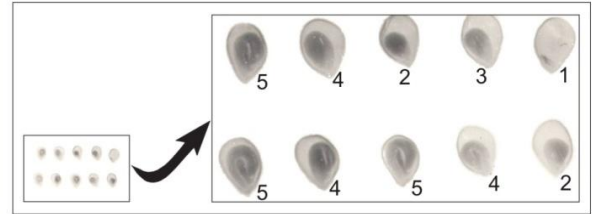
İlmi araştırmalarda, pratikle ekinden önce tohumların kalitesini tayin ederken fizyoloji, kimyasal, fiziksel ve biyoloji metotlar kullanılır. Fakat bu metotların büyük zahmete ve uzun zamana ihtiyacı vardır. Hem de bu metotlar yalnız ve yalnız tohumların yüzde kaçının sağlıklı olmasını veya fide verme yüzdesinin tespitinde faydalıdır. Modern biyoloji, orman,



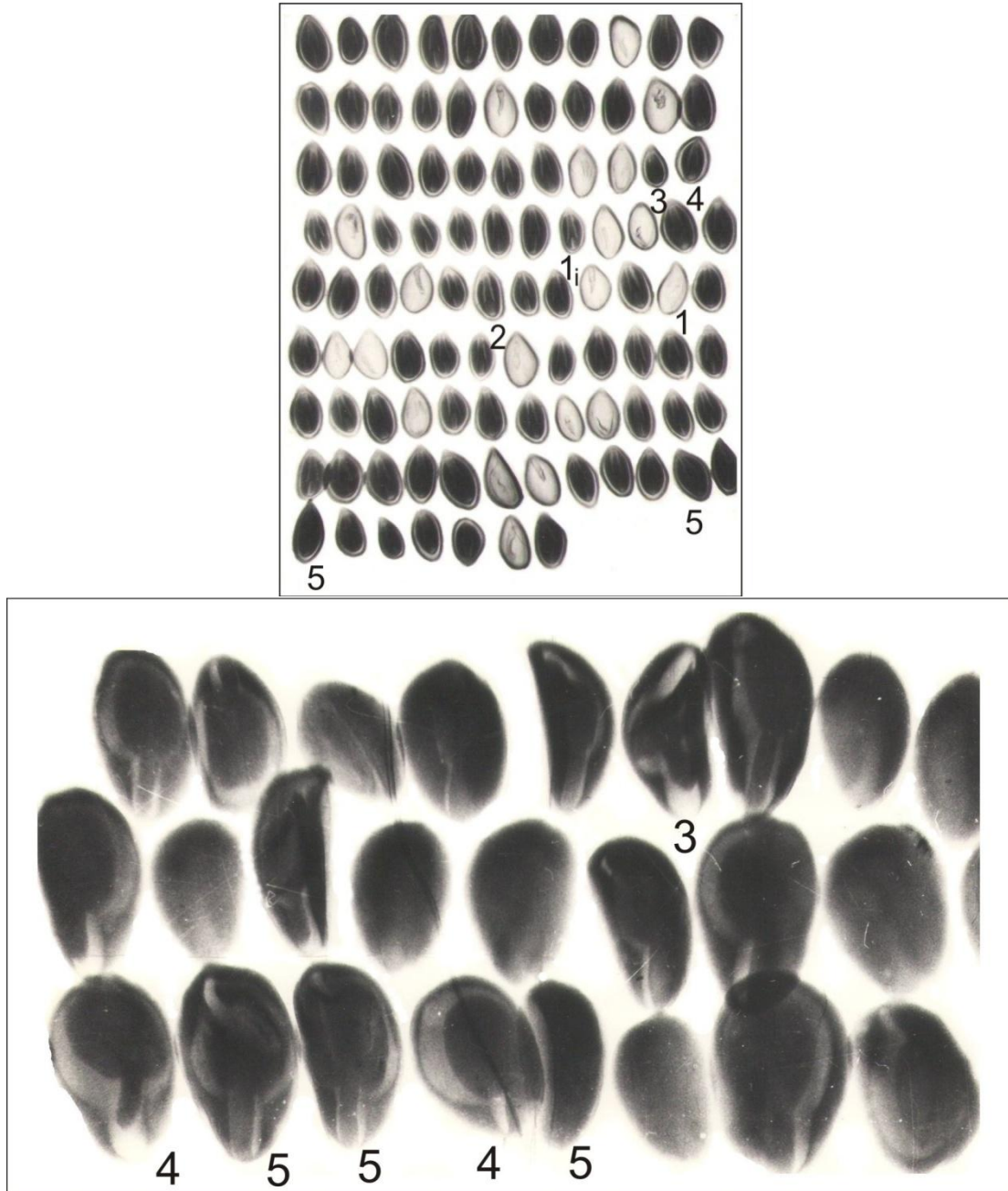
Şekil 1 *Chenomelis chinensis* (↑) ve *Morus nigra* (↓) tohumlarının doğal ve 20 defa büyütülmüş röntgenogramı (Positif, 1-5 tohumların inkişaf sınıfları)

Röntgenoloji analizlerin sonrası, tohumların röntgenogramlarını sınıflandırmak için özel bir çalışma yapılmıştır. Bizim araştırmalara kadar, röntgenogramların sınıflandırılması için bazı tesnifatlar yapılmıştır. İğne yapraklı bitkilerin tohum röntgenogramlarını sınıflandırmak için Müller-Olsen C., Simak M. tarafından teklif edilen Şerbakova M.A. tarafından bize kadar 4 kategoride sınıflandırılmıştır (Şerbakova, 1963). Geniş yapraklı bitkilerin tohumları için

tarım ve ekoloji bilimleri için daha önemli olan, tohumlardan alınan fidelerin yüzde kaçının normal bitki olması, ondan sonraki tohum fidesinde özellik değişmesi olup olmadığı tespitidir. Böyle bilgileri ise yalnızca röntgenografiye metodu ile bulmak mümkün olur. Tohumların röntgenografilerini almak için REİS-I röntgen cihazı kullanarak yeni bir metot tespit edilmiştir (Kurbanov, 1984). Bu metotla küçük tohumların röntgenografileri 20 defa büyütülerek alınmıştır (Resim 1).



Smirnova N.G. (Smirnova, 1978) beş sınıflı tasnif teklif etmiştir. Bu tasniflerde ayrı-ayrı bitkiler için yararlı olmalarına rağmen küresel ve ekoloji problemlerin çözülmesi yeterli olmamıştır. Bunun için tarafımızdan tüm bitkilerin tohumlarının röntgenogramlarını aynı sınıflarda, tasnif edilirken onların kendilerinin biyoloji yapısına ve inkişaf derecesine göre 5 esas ve 1 ilave sınıfa ayrılması gerektiği düşünülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2 *Pinus eldarica* (↑) ve *Ligustrum vulgare* (↓) tohumlarının röntgenoqramları (1-5 - tohumların inkişaf sınıfları)

Esas kalite göstericilerinden olan tohumların hayatlılığı (L):

$$L = \frac{0.5N_3 + 0.75N_4 + N_5}{N} \cdot 100\% \text{ (Kurbanov, 1983)}$$

formülü ile tayin edilir. Bu formülde N numunedeki tohumların toplam sayısı, N_3 , N_4 , N_5 - 3, 4 ve 5 sınıflarından olan tohumların sayısıdır. 1, 1_i ve 2 sınıflardan olan tohumlar fide vermediğinden hesaplamalarda dikkate alınmazlar. Tohum kalitesinin diğer göstercisi olan ortalama gelişme sınıfı (S_{or}):

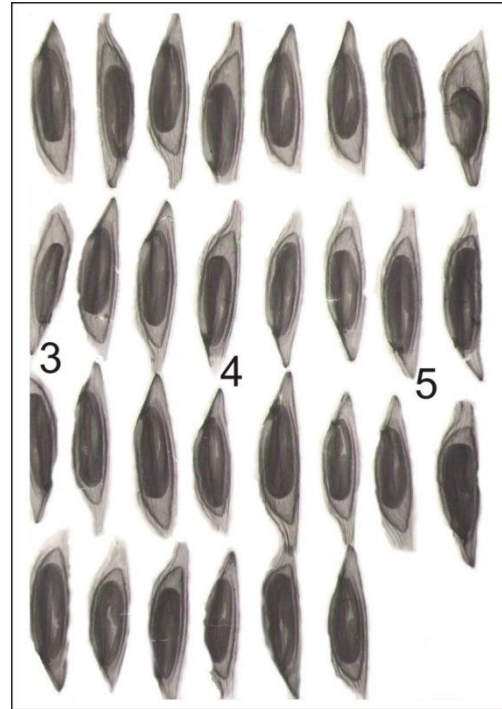
$$S_{or} = \frac{n_1 + n_{1i} + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{N}$$

formülü ile tayin edilir. Bu formülden n_1 - n_5 ayrı ayrı sınıflardan olan tohumların % oranı, N numunedeki tohumların toplam sayısıdır.

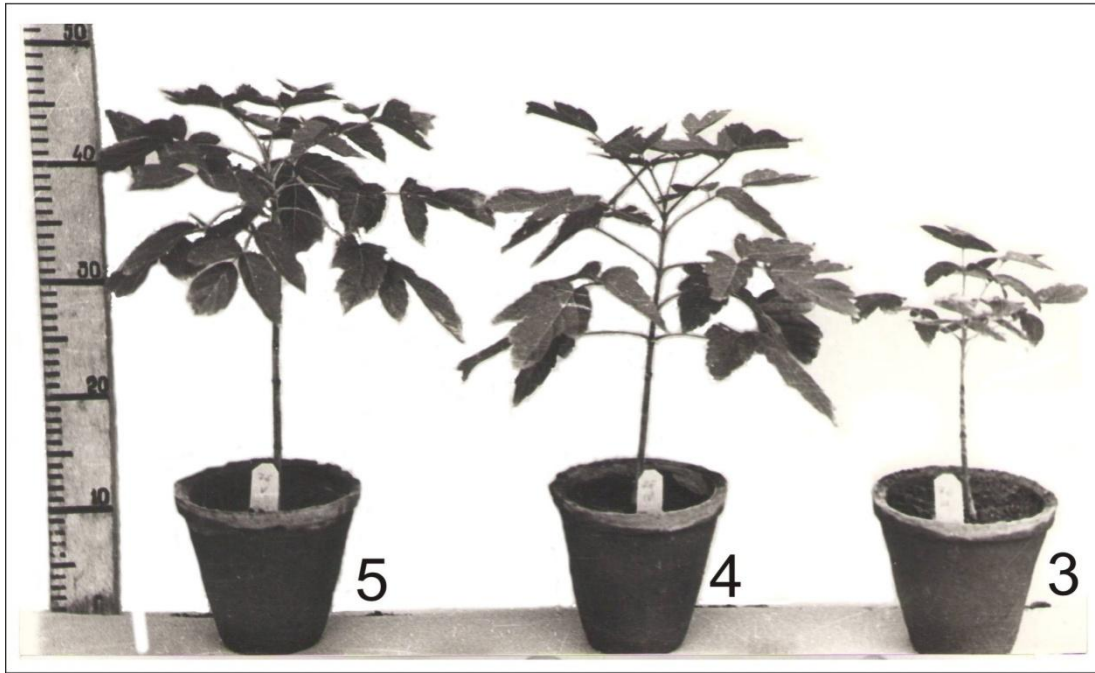
Teklif ettiğimiz modern röntgenografiye metodu ve evrensel-integral tasnifleme uzun yıllarda yapılan ilmi ve pratik sınavlardan başarı ile çıkmıştır. Genellikle 500 türden olan bitki tohumlarının röntgenolojik analizleri başarılı olmuştur. Modern röntgenografiye, tetrazol ve indigokarminde boyama, kesme ve doğal olarak toprağa ekilerek fide verme kabiliyetinin tayini gibi metotların tatbiki ile yapılan mukayeseli araştırmaların sonucunda bilgi sahibi olunmuştur. Araştırılan 24 türden olan bitki tohumlarının evrensel-integral tasnifi esasında matematiksel olarak bulunmuş hayatilik göstergisi ile doğal fide verme arasında pozitif korelasyon alakası vardır. *Cupressus sempervirens* L. tohumları için korelasyon emsali ($r = 0.926 \pm 0.187$) çok yüksek olmakla ve de çok yüksek düzeyde makbuldür. ($t_r = 10,41 > 3,85 = t_{0,001}$). Bu alanın regresyon analizi $\hat{Y} = -0.134 + 1.036x \pm 0.079$ formülü ile ifade edilir. Bu alanın, determinasyon emsalinin ($D_{yx} = 0,856$) yeterince yüksek olması söylenilen riskin doğruluğunu bir daha tasdik eder. Araştırılan diğer bitki türleri içinde aynı dereceli pozitif korelasyon bağlantıları tespit edilmiştir.

Röntgenoloji analizlerinin arkasından, evrensel-integral tasnif esasında araştırılan tohumlar mensup oldukları sınıflar için ayrı-ayrı ekilmiş ve onlardan alınan fidelerin üzerinde muntazam olarak fenoloji

müşahedeler ve ölçmeler yapılmıştır. Bu açıdan *Acer negundo* L., (Şekil 3, 4) *Chaenomeles sinensis* (Thouin) Koehne, *Exochorda albertii* Rgl., *Maclura pomifera* Nutt. türlerinden olan fidanlar üzerindeki araştırmalar göstermiştir ki, yukarı sınıflı tohumlardan alınan fidanlar daha çabuk boy atıp gelişir, örünlüğüne göre aşağı sınıftan olanlara nispeten 5 kata kadar daha fazla meyve verirler. Bunlar evrensel-integral tasnifat üzere tohumların biyoloji elametlerine göre seçimlerin mümkün olduğunu ispat eder, bu da ilmi ve pratik yönden önemli olmakla beraber ekoloji problemlerinin çözülmesi için çok faydalıdır.



Şekil 3. *Acer negundo* tohumlarının röntgenoqramları



Şekil 4 Farklı sınıflardan olan tohumlardan yetiştirilen *Acer negundo* fideleri

Bu bakımdan tek tek tohumların biyoloji elametleri dahil, bitkilerin meyve ve tohum verme olaylarına çevrenin ekolojik etkisinin tesiri önemli konudur. Bitkilerin esas kriz devirlerindeki baş ekolojik etkiler doğal veya kirlenme faktörlerini:

$Y = a + \sum_{i=1}^k B_i X_i$ formülüne dahil edilmekle tahmin edilir (Kurbanov, 2004).

Abşeron yarımadasındaki yetiştirilen *Fraxinus excelsior* L. için çiçek tomurcuklarının koyulması (1), çiçeklenme ve üreme (2), meyve ve tohumların differensiyonu (3) gibi kriz devirlerinin ekoloji amillerinin 10 yıllık gösterilenlerini, matematik modele dahil ederek bilgisayarlarla çözülmüş, sonuçlar aşağıdaki gibi olmuştur.

$$Y_1 = 0.30965 - 0.21054X_1 + 0.14237X_2 - 0.07372X_3 - 0.47094X_4 \pm 0.079$$

$$Y_2 = 0.01840 - 0.05791X_1 + 0.23483X_2 - 0.00012X_3 - 0.42734X_4 \pm 0.179$$

$$Y_3 = 0.03797 - 1.47224X_1 + 1.96849X_2 + 22.49539X_3 - 0.52681X_4 \pm 0.454$$

Burada:

Y_1 - Y_3 kriz devirlerine uygun prognoz edilen meyve ve tohum verme ve tohumların ortalama inkişaf sınıfıdır.

X_1 : fizyoloji aktif sıcaklığın toplamı,

X_2 : havanın nispi nemliliği,

X_3 : güneş etkisinin sürekliliği,

X_4 - bitkinin önceki yıldaki ürünüdür.

Bahsi geçen matematik model üzerinde bulunan prognoz göstericilerinin sonraki yıllarda alınan hakiki göstericilerle mukayesesinden bu gerçeğin doğruluğu onların arasındaki farkın çok az olduğudur. Bu gerçeğin doğrultusunda ekoloji amillerinin toplam etkisinin regresyon emsallerinin

$$(R_1^2 = 0.607; R_2^2 = 0.636; R_3^2 = 0.768)$$

yeterince yüksek olması bir daha matematiksel olarak ispat edilmiştir. Anlaşıyor ki herhangi bir bitkinin, veya bitki türünün yetiştirildiği çevrenin doğal veya kirlenme amillerinin, karakteristik gerçek

göstericilerinin, matematiksel olarak modelleştirilmesi ile bitkinin ekolojik cihetten sıkıntılı durumdaki meyve ve tohum verme randımanlarını, bir yıl önceden prognozlaştırmak mümkün olur. Bunun için ilkin sırada araştırılan bitkilerin türünü ve onların temasta oldukları ekolojik amilleri bulmak gerekir.

Abşeron yarımadasında meskünlaşan Bakü ve Sumgayıt şehirlerinin kimyasal maddelerle kirlenmiş arazilerindeki bitkilerin taksonomik terkinin araştırılması göstermiştir ki, orada 22 fasıl, 38 cins ve 50 türden olan bitkiler yetiştirilir. Bu bitkiler üzerinde yapılan biyoloji, ekoloji ve matematiksel araştırmalardan çıkan, onların çevredeki toksik kirlendiricilerin etkisine karşı bitkinin türünden, kirlendiricilerin kimyasal etkilerinden, miktar ve kalitesinden, yer ve zamana bağlı olarak nispeten zedelenmeyen (*Olea europaea* L., *Fraxinus viridis* Michx. vs.), assimilyatif organları kısmen zedelenen (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco, *Ligustrum lucidum* Ait. fil. vs.), assimilyatif ve reproduktif organları zedelenen (*Cupressus sempervirens* L., *Pinus eldarica* Medw., *Hibiscus syriacus* L. vs.) ve Sumgayıt şehrindeki alüminyum ve deterjan maddeleri imal eden sanayi işletmeleri tarafından çevreye atılan flor ve diğer toksikantların etkisinden tam olarak tahrip olan kibi 4 farklı ekoloji gruba ayrılırlar.

Assimilyatif organları kısmen zedelenen bitkilerin yapraklarında çevre kirlendiricilerinin etkisinden fizyoloji ve biyokimyasal oluşların bozulması, gece saatlerinde artan hava nemliliğinin, yağın yağmurların etkisinden oluşan azot, kükürt ve klor asitlerinin yapraklar üzerine düşerek, yaprak ayalarında muhtelif formalı, ölçülü ve renk açılması müşahade edilmiştir. Bu tür zedelenmeler mezofit yapılı bitkilerde çok, kserofitlerde ise az olur.

Assimilyatif ve reproduktif organları zedelenen bitkilerde ise yapraklarda oluşan farklılıklar aynı zamanda çiçek, meyve ve tohumların oluşumunda bazı anormallikler meydana gelir. Böyle anormallikler *Ligustrum vulgare* L., *Cupressus sempervirens* L., *Pinus*

eldarica Medw. bitkilerinde daha sık olarak müşahade edilir. Çevre kirlendiricilerinin etkisinden bu bitkilerin reproduktif organları kendi teşekkül olaylarının bazı etaplarında gelişmeden geri kalarak biyomorfoloji elamet ve ölçülere ulaşamazlar. Bu bakımdan çiçeklerin üremesini temin eden çiçek tozu çevre kirlendiricilerinin etkisine daha çok maruz kalır. Araştırmalar göstermiştir ki, sanayi kaynaklı toksikantların etkisinden çiçek tozcuklarının canlılığını koruyabilmesi, bitkinin türüne bağlı olarak ortalama %20 aşağı düşürür. İnkişaf etmekte olan toz borularında kıvrılma, istenmeyen açılma, eğilme v.s. anormallikler meydana çıkar. Toz borularının büyüme hızı matematiksel olarak, $dy/dt = KY (1-Y/A)$ formülü ile modelleştirilmiştir. *Hibiscus syriacus* L. türü toz borusunun büyüme hızı toksik sanayi kirlendiricilerinin etkisinden 4 defa aşağı düşer. Çevre kirlendiricilerinin etkisi altında *Ligustrum vulgare* L. bitkilerinde meyve ve tohum oluşumu ve büyümesinin izlenmesinden bilinmektedir ki, bu organlar kendi teşekkülünde bazı biyoloji ve ekoloji sarsıntılarına maruz kalarak bir takım farklılıklara uğramışlardır. Kontrollere nispeten toksikantların etkisinde olan bitki meyvelerinin yetiştirme süresi 12 gün kısa, ölçüleri 1.3 x 2.4 mm. küçük, 100 tane meyvenin toplam ağırlığı ise 6 gr. az olur. Meyvelerin büyüme hızının matematiksel modelleştirilmesi göstermiştir ki, çevre kirlenmesine maruz kalmış bitkilerin meyvelerinin büyüme hızının emsali ($dy/dt = 0.0001188Y (1-Y/A)$) kontroldekilerin emsalinden ($dy/dt = 0.0000746Y (1-Y/A)$) 1.6 defa büyük olur. Sanayi kirlendiricilerinin etkisinden bitkilerin verimi ortalama olarak 1.8 defa düşük olur. Bunlara bağlı olarak bitkilerin tohum verimi azalmış olur. Toksikantlarla kirlenmiş çevredeki bitkilerin tohumları da bir takım biyomorfoloji farklılığına uğrarlar.

Tam olarak söylemek gerekir ki, kirlenmiş çevrede oluşan tohumlar, belli ölçüde kusurlu olduklarından, onların esas kalite göstericileri olan hayatiliği ve ortalama inkişaf sınıfı aşağı düşer. Bitkiler reproduksiyon edilirken tohumların bu özellikleri dikkate alınarak, ekim için daha yüksek sınıflı (kaliteli) tohumları seçmek gerekir. Böyle tohumlardan yetiştirilen

fidanlar çevresi sanayi kirlendiricilerle kirlenmiş arazilerde daha dayanıklı olurlar. Bu bakımdan dengesi bozulmuş çevrenin düzenlenmesi işlerinde ekolojik cihetten dayanıklı bitki türlerinin seçilmesi ile beraber onların meyve ve tohum verim kabiliyetlerinin incelenmesine ihtiyacı vardır.

KAYNAKLAR

- Qurbanov, M.R. 2005. Toksik tullantıların bitkilərin vegetativ orqanlarına təsiri. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, Biologiya elmləri seriyası, 1-2: 97-105.
- Kurbanov, M.P. 1983. Универсальная классификация для рентгеноморфологических анализов семян оросеменных и покритосеменных декоративных растений. Научные основы декоративного садоводства, Шевченко, с. 116-117.
- Kurbanov, M.P. 1984. Рентгенография семян с увеличенным изображением. Бюллетень Главного Ботанического Сада, 133: 97-101.
- Kurbanov, M.P. 1987. Шкала для объективной оценки качества семян.

Депонированной в ВИНТИ 24.12.1987, №9050-B87, 7 с.

- Kurbanov, M.P. 2004. Прогнозирование урожая плодов и семян в зависимости от экологических факторов среды. Известия НАНА, Серия биологические науки, 3-4: 38-47.
- Kurbanov, M., Hasanova R. 2004. Azərbaycanda kentləşmənin bitkilər üzərində etkisi. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran 2004, Adana, s. 28
- Одум, Ю. 1986. Экология. Мир, Москва, 328 с.
- Смирнова Н.Г. 1978. Рентгенографическое изучение семян лиственных древесных растений. Наука, Москва, 243 с.
- Франсуа, Р. 1981. Основы прикладной экологии. Гидрометеоиздат, Ленинград, 543 с.
- Щербакова, М.А. 1963. Определение качества семян рентгенографическими методами. Плодоношение кедра сибирского в Восточной Сибири, Москва, с. 168-173